

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

30. 12. 2004



REC'D 22 FEB 2005

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 61 654.3

**Anmeldetag:**

30. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zum Klimatisieren von  
Flugzeugkabinen**IPC:**

B 64 D 13/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Dezember 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

AQUKKS

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Verfahren und Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen.

Es ist im Stand der Technik bekannt, Flugzeugkabinen z.B. durch Mischluft zu Klimatisieren, wobei die Mischluft zusammengesetzt wird aus rezirkulierter Luft (also aus der Kabine entnommener Luft), Frischluft (ggf. geheizt) und Triebwerkszapfluft. Die Mischung erfolgt je nach dem Klimatisierungsbedarf. Der Begriff „Klimatisierung“ soll hier nicht nur im engeren Sinne verstanden werden als eine Einstellung des Verhältnisses von Luftfeuchtigkeit zu Lufttemperatur, sondern vielmehr umfassend im Sinne der Einstellung überhaupt interessierender Parameter der in die Kabine eingeblasenen Luft, also insbesondere deren Temperatur. Der Begriff „Kabine“ im Sinne der vorliegenden Anmeldung soll nicht nur die eigentliche Passagierkabine erfassen, sondern auch andere Räume des Flugzeuges, also insbesondere Aufenthalts- und Arbeitsbereiche.

Bei der Klimatisierung von Flugzeugkabinen sind sehr unterschiedliche Betriebs- und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Zum Beispiel unterscheiden sich die Umgebungsbedingungen bei Betrieb des Flugzeuges am Boden sehr stark von den Umgebungsbedingungen im Flug. Je nach den Betriebsbedingungen treten höchst unterschiedliche Wärmebilanzen auf. In Folge der sich zum Teil rasch ändernden Betriebs- und Umgebungsbedingungen treten sehr ausgeprägte instationäre Aufheiz- und Abkühlvorgänge auf, d.h. die Regelung der Klimatisierung muss sich in der Zeit schnell ändernden Bedingungen folgen. Zu den unterschiedlichen Betriebsbedingungen gehören auch stark unterschiedliche abzuführende Wärmelasten innerhalb der Kabinenbereiche, z.B. bedingt durch sich verändernde Sitzdichten etc.

In Folge dieser sich ändernden Betriebs- und Umgebungsbedingungen werden die Temperaturen der in die Kabine eingeblasenen Luftströme unterschiedlich geregelt. Diese Regelung als solche ist im Stand der Technik bekannt. Zum Beispiel kann die Zusammensetzung aus rezirkulierter Luft, Frischluft und heißer Triebwerkszapfluft so eingestellt werden, dass die in die Kabine eingeblasene Klimatisierungsluft eine gewünschte Temperatur hat. Diese gewünschte Temperatur liegt im Heizfall über der gegebenen mittleren gemessenen oder angenommenen Temperatur in der Kabine und im Kühlfall darunter.

Klimaanlagen für Flugzeuge müssen sowohl hinsichtlich ihres Gewichts als auch hinsichtlich ihres Platzbedarfes optimiert sein. Dies hat zur Folge, dass die Luftauslässe, aus denen in die Kabine eingeblasene Luftstrahlen austreten, in der Regel einen sehr kleinen Strömungsquerschnitt aufweisen. In der Regel ist ihre Anordnung im oberen Bereich der Kabinenverkleidung erforderlich. Dies wiederum hat zur Folge, dass die Ventilation der Kabinenbereiche durch sogenannte Freistrahlen erfolgt, welche die gesamte Luft in der Kabine in Bewegung setzen und auf diese Weise sogenannte Advektionswalzen erzeugen.

Das Verhalten derartiger Freistrahlen, die in die Kabine gerichtet sind, ist bekanntermaßen durch Auftriebskräfte stark beeinflusst.

Klimatisierungsanlagen für Flugzeuge gemäß dem Stand der Technik werden in der Regel so ausgelegt, dass sie für die typischen Betriebs- und Umgebungsbedingungen im Flug optimiert sind, d.h. die Ausblascharakteristik der in die Kabine eingeblasenen Luftstrahlen, also insbesondere ihre Richtungen und ihre Impulse (Strömungsgeschwindigkeiten), sind so gewählt, dass im Fluge für die Passagiere ein möglichst hoher thermischer Komfort erreicht wird. Dies hat dann allerdings zur Folge, dass dann, wenn die Betriebs- und Umgebungsbedingungen vom genannten Flugfall abweichen, der thermische Komfort in der Kabine u.U. nicht mehr in der gewünschten Weise erreicht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen bereitzustellen, mit denen auch unter unterschiedlichen Betriebs- und Umgebungsbedingungen ein hoher thermischer Komfort für die Passagiere oder das Flugpersonal erreicht wird.

Hierzu sieht das erfindungsgemäße Verfahren zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen vor, dass ein Luftstrahl in die Kabine gerichtet wird, wobei in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur die Richtung und/oder der Impuls des Luftstrahles geändert wird. Unter dem „Impuls“ des Luftstrahles ist dessen Strömungsimpuls zu verstehen. Ein Maß für den Impuls des Luftstrahlen ist z.B. dessen Strömungsgeschwindigkeit am Ausgang der Einrichtung (z.B. einer Düse oder eines Rohres), mit welcher der Luftstrahl erzeugt und in die Kabine geblasen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Temperatur des Luftstrahles selbst gemessen, um daraus den Steuerparameter für die Einstellung der

Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahles abzuleiten. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Klimaanlage des Flugzeuges in an sich bekannter Weise eine rechnergesteuerte Regelung aufweist. Damit wird in der zu klimatisierenden Kabine an einer geeigneten Stelle die Ist-Temperatur gemessen und mittels der genannten Regeleinrichtungen wird die beschriebene Mischluft so temperiert, dass sich die mittlere Temperatur in der Kabine oder die Temperatur unmittelbar im Bereich der Passagiere von dem Ist-Wert auf einen gewünschten Soll-Wert ändert. Entsprechend dieser Regelung wird also die in die Kabine eingeblasene Luft auf einen bestimmten Temperaturwert eingestellt, entweder aufgeheizt oder gekühlt. Soll die Kabine z.B. erwärmt werden, hat die Temperatur des Luftstrahles einen höheren Wert als die genannte in der Kabine gemessene Luft. Nach dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird also diese Temperatur des Luftstrahles ermittelt, um die Richtung und/oder den Impuls des Luftstrahles einzustellen. Diese Temperatur des Luftstrahles ist nämlich ein Maß für den Klimatisierungszustand, in dem sich das System befindet.

Hat zum Beispiel aufgrund der vorgegebenen Regelungseinrichtungen der Klimaanlage der Luftstrahl eine relativ hohe Temperatur, so bedeutet dies, dass die Kabine relativ stark aufgeheizt werden soll. In diesem Falle wird gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung die Richtung des in die Kabine eingeblasenen Luftstrahls in Bezug auf eine Vertikale kleiner eingestellt.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass mit zunehmender Temperatur des Luftstrahls dessen Impuls (Strömungsgeschwindigkeit) vergrößert wird.

Die Erfindung lehrt auch eine Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen mit Mitteln zum Erzeugen und Richten zumindest eines Luftstrahls, der in die Kabine geführt ist, und einer Einrichtung zum Detektieren einer Temperatur, wobei Mittel vorgesehen sind zum Ändern der Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahles in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur.

Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass die Mittel zum Ändern der Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahles ein Bauteil aufweisen, dessen Form temperaturabhängig ist. Dieses Bauteil ist bevorzugt so angeordnet, dass es direkt die Temperatur des Luftstrahls vor dessen Eintritt in die Kabine detektiert.

Dabei ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung das genannte Bauteil mit temperaturabhängiger Form ein sogenanntes passives Sensor- und Aktuatorelement, d.h. das Bauteil leistet seine Funktionen bevorzugt ohne äußere Energiezufuhr (abgesehen von der die Temperaturänderung herbeiführenden Luftströmung). Zum Beispiel kann das Bauteil eine Formgedächtnislegierung aufweisen oder auch einen bi-metallischen Werkstoff. Das Bauteil mit temperaturabhängiger Form wird so in die Mittel zum Ändern der Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahles eingebaut, dass es in Abhängigkeit von der genannten gemessenen Temperatur die gewünschte Wirkung erzielt. Zum Beispiel kann mit dem Bauteil temperaturabhängiger Form in einfacher Weise die Richtung einer Düse oder eines Rohres eingestellt werden, je nach Temperatur des Bauteils. Auch kann je nach Temperatur des Bauteils mit temperaturabhängiger Form ein Strömungsquerschnitt der Düse bzw. des Rohres eingestellt werden, ggf. mit einer mechanischen Übersetzung. Mit den vorstehend genannten bevorzugten Varianten der Erfindung wird insbesondere das oben angesprochene Ziel eines geringen Gewichts und eines geringen Platzbedarfs erreicht.

Auch ermöglichen diese bevorzugten Varianten der Erfindung in einfacher Weise eine Nachrüstung von bereits vorhandenen Flugzeugen mit gegebenen Klimaanlage.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Flugzeugkabine 10. Passagiersitze sind über dem Boden 12 der Kabine montiert. Im Deckenbereich 14 der Kabine sind in bekannter Weise Gepäckfächer 16 angeordnet.

Die Klimatisierung der Kabine 10 erfolgt symmetrisch im Bezug auf eine Mittelachse 18.

Ein Luftstrahl 26 wird mit veränderbarem Ausblaswinkel  $\alpha$  in die Kabine gerichtet. Der Pfeil des Luftstrahls 26 gibt die für die vorliegenden Umgebungs- und Betriebsbedingungen gewählte Richtung des Luftstrahls an. Zur Kompensation der bei Freistrahlen auftretenden auftriebsbedingten Effekte werden die Richtung und ggf. der Impuls (die Strömungsgeschwindigkeit) der eingeblasenen Luftströmung 26 automatisch in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur angepasst.

Hierzu wird vorausgesetzt, dass für die Kabine 10 eine Klimaanlage gemäß dem Stand der Technik vorhanden ist. Diese Klimaanlage regelt die Temperatur der über eine Düse oder ein Lenkrohr 22 eingeblasenen Luftströmung 26. Aufgrund der genannten Regelung hat die eingeblasene Luft am Ausgang der Düse oder des Lenkrohres 22 eine von der Regelanlage vorgegebene Temperatur. Diese Temperatur kann beispielsweise erreicht werden durch Mischung von rezirkulierter Luft aus der Kabine, geheizter Frischluft und ggf. heißer Triebwerkszapfluft. Dieser an sich bekannten Regelung dient z.B. ein Temperatursensor 28 in der Kabine.

Ein Temperatursensor 30 hingegen misst direkt die Temperatur des in die Kabine 10 eingeblasenen Luftstrahls 26. In Abhängigkeit von dieser gemessenen Temperatur wird automatisch der Winkel  $\alpha$  des Luftstrahls in Bezug auf eine Vertikale V eingestellt. Die Vertikale V verläuft parallel zur Symmetrieebene 18 der Kabine.

Je höher die mit dem Sensor 30 gemessene Temperatur ist, umso kleiner wird der Winkel  $\alpha$  eingestellt, d.h. umso steiler ist der Luftstrahl in die Kabine gerichtet. Beträgt z.B. die mit dem Sensor 30 gemessene Temperatur 25°C, d.h. die Kabine ist aufgrund der gegebenen Umgebungs- und Betriebsbedingungen aufzuheizen, dann kann der Winkel  $\alpha$  im Bereich von 10°C bis 30°C liegen. Beträgt die mit dem Sensor 30 gemessene Temperatur z.B. 15°C, d.h. die Kabine ist leicht abzukühlen, kann der Winkel  $\alpha$  im Bereich von 45°C bis 60°C liegen. Beträgt die mit dem Sensor 30 gemessene Temperatur z.B. 9°C, d.h. die Kabine ist deutlich abzukühlen, ist der Winkel  $\alpha$  nahe an 90°C z.B. im Bereich von 75°C bis 90°C.

Die automatische Anpassung des Winkels  $\alpha$  an die Betriebsbedingungen kann bevorzugt einhergehen mit einer Änderung der Ausblasgeschwindigkeit, d.h. des Impulses des Luftstrahles 26. Eine Impulserhöhung kann z.B. in einfacher Weise dadurch erfolgen, dass der Querschnitt, durch den die Luft aus dem Lenkrohr oder einem Luftaustrittskanal austritt, verringert wird. Da der Durchsatz der Luft durch das Gebläse im wesentlichen bestimmt wird, führt eine Querschnittsverengung am Ausgang zu einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit und einem vergrößerten Impuls des Luftstromes. Der vergrößerte Impuls hat zur Folge, dass die Eindringtiefe des Freistrahls in die Kabine erhöht wird. Insgesamt kann mit diesen Maßnahmen eine bessere Strömungstopologie in der Kabine erreicht werden. Im stationären Flugfall, der den Normalfall bildet, sind nur verhältnismäßig kleine Strömungsgeschwindigkeiten des Luftstrahles erforderlich und Zugluft kann somit vermieden werden.

Die Einstellung der Richtung (Winkel  $\alpha$ ) des Luftstrahls und auch des Impulses erfolgt in einfacher Weise durch ein Bauteil, dass sowohl als Sensor als auch als Aktuator (Betätiger) dient. Geeignet sind z.B. Bauteile aus einer als solches bekannten Formgedächtnislegierung, oder auch, im einfachen Fall, bi-metallische Werkstoffe. Solche Bauteile ändern mit der Temperatur ihre Form und diese Formänderung kann mechanisch umgesetzt werden in eine Richtungsänderung oder auch eine Querschnittsänderung am Ende des Austrittskanals. Zum Beispiel kann ein Bauteil mit Formgedächtnislegierung oder auch ein bi-metallisches Bauteil eine Dreheinrichtung 20 mechanisch beaufschlagen mit der das Lenkrohr 22 um die Achse 24 gedreht wird, sodass sich der Winkel  $\alpha$  ändert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum klimatisieren von Flugzeugkabinen, bei dem mittels zumindest eines Gebläses zumindest ein Luftstrahl (26) in die Kabine (10) gerichtet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur die Richtung und/oder der Impuls des Luftstrahles geändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Luftstrahls (26) gemessen wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftstrahl (26) aus dem Deckenbereich (14) in die Kabine (10) gerichtet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit zunehmender Temperatur des Luftstrahls (26) dessen Winkel ( $\alpha$ ) mit der Vertikalen (V) kleiner eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit zunehmender Temperatur des Luftstrahls (26) dessen Impuls vergrößert wird.
6. Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen (10) mit Mitteln (20, 22) zum Erzeugen und Richten zumindest eines Luftstrahls (26) und Mitteln (28) zum Detektieren einer Temperatur, gekennzeichnet durch Mittel (20) zum Ändern der Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahls (26) in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (20) zum Ändern der Richtung und/oder des Impulses des Luftstrahls (26) ein Bauteil (28) mit temperaturabhängiger Form aufweisen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (28) eine Formgedächtnislegierung aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (28) ein Bimetallelement aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (28) zum Messen der Temperatur so angeordnet sind, dass sie die Temperatur des Luftstrahls (26) messen.



2081



## Zusammenfassung

### Verfahren und Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Klimatisieren von Flugzeugkabinen sehen vor, dass in Abhängigkeit einer gemessenen Temperatur die Richtung und/oder der Impuls eines in die Kabine geblasenen Luftstrahles (26) geändert werden.

(Figur)

